

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma / Käyttö ja käynnissäpito

Jani Torikka

LAHTI ENERGIA OY:N KAUKOLÄMPÖVERKON PUMPPAUSJÄRJESTELYT
LÄMMITYSKAUDELLA

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka

TORIKKA, JANI

Lahti Energia Oy:n kaukolämpöverkon pumppausjärjestelyt
lämmityskaudella

Opinnäytetyö

25 sivua + 4 liitesivua

Työn ohjaaja

Pt. tuntiopettaja Hannu Sarvelainen

Toimeksiantaja

Lahti Energia Oy

Maaliskuu 2014

Avainsanat

kaukolämpö , pumppaus, automatisointi, siirtolinja

Tämän lopputyön tavoitteena on etsiä Lahti Energian kaukolämpöverkon siirtolinjojen pumpuille eri ohjauspisteitä. Näitä ovat automaattinen käynnistyminen, sammuminen sekä ohjaus paine-eron mukaan. Tähän asti työn on tehnyt kaukolämpöoperaattori käsiohjauksella Teivaanmäen voimalaitoksen valvomosta käsin.

Tutkittua tietoa siirtolinjojen pumppujen automatisoinnista oli käytännössä mahdoton löytää, koska Lahti Energian kaukolämpöverkko on melko monimutkainen kokonaisuus Suomen mittakaavassa. Se on yksi vanhimpia, minkä vuoksi putkikoot vaihtelevat. Oma haasteensa oli myös Päijät-Hämeessä oleva maastolliset korkeuserot. Tämän vuoksi työtä piti lähteä toteuttamaan kokemuspohjalta ja testaamalla.

Pumppaamot saatiin toimimaan löydetyillä arvoilla yksi kerrallaan. Mutta koska kaukolämpöverkko on yksi iso kokonaisuus, päästään yhteistoimintaa tarkastelemaan vasta, kun automaation tekninen toteutus tehdään.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

TORIKKA, JANI

Pumping Arrangements In the Heating Season for District
Heating Network of Lahti Energia

Bachelor's Thesis

25 pages + 4 pages of appendices

Supervisor

Hannu Sarvelainen, Lecturer

Commissioned by

Lahti Energia Oy

March 2014

Keywords

district heating, pumping, automation, transmission line

The objective of this thesis was to identify various control points for pumps in the transmissions lines of Lahti Energia's district heating network such as automatic start-up, turn off and controlling the pump according to pressure difference. So The work currently done manually by district heating operator from the control room of Teivaanmäki power plant.

Research data concerning the automation of pumps in the transmission line was virtually impossible to find because Lahti Energia's district heating network is fairly complex on Finnish scale. It is one of the oldest and therefore the size of the pipelines varies. In addition the height differences in Päijät-Häme terrain presented further challenges. This is why the work was mainly carried out on the basis of experience and testing.

Pump stations were made to work one by one with the control points found in this thesis. However owing to the fact that the district heating network is a large complex the co-operation of these pump stations cannot be examined more thoroughly until the technical part of the automation has been completed.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	TAUSTAA TUOTANNOSTA LÄMMITYSKAUDELLA	7
	2.1 Pumppauksesta kokonaisuutena	7
	2.1.1 Paineenpitojärjestelmä	9
	2.1.1 Keskipaine-ero	10
	2.2 Kymijärven voimalaitos	11
3	PUMPPAAMOT	12
	3.1 Villähteen pumppaamo	12
	3.1.1 Toiminta	12
	3.1.2 Automatisointi	13
	3.2 Hollolan pumppaamo	15
	3.2.1 Toiminta	15
	3.2.2 Automatisointi	15
	3.3 Jalkarannan ja Sopenkorven pumppaamot	16
	3.3.1 Toiminta	16
	3.3.2 Automatisointi	17
	3.4 Supankadun pumppaamo	19
	3.4.1 Toiminta	19
	3.4.2 Automatisointi	19
	3.5 Sireenikujan pumppaamo	21

3.5.1 Toiminta	21
3.5.2 Automatisointi	21
3.6 Tiilipuiston pumppaamo	23
3.6.1 Toiminta	23
3.6.2 Automatisointi	23
3.7 Teivaanmäen pumppaamo	24
3.7.2 Toiminta	24
3.7.2 Automatisointi	24
4 YHTEENVETO	25

LIITTEET

Liite 1. Jalkarannan ja Sopenkorven pumppaamon automatisointi

Liite 2. Villähteen pumppaamon automatisointi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Lahti Energia Oy:n kaukolämpöverkon siirtolinjojen pumppauksen automatisointi. Sen tarkoituksena on optimoida kaukolämpöverkon käyttö sekä toisaalta vapauttaa työvoimaresursseja muualle, koska tähän asti pumppuja on käynnistetty, sammutettu sekä ohjattu manuaalisesti. Työ ei sisällä teknistä toteutusta vaan toimii pelkästään ohjeistuksena sille.

Kaukolämpöpumppaamoja, jotka sijaitsevat siirtolinjojen varrella, on yhteensä kahdeksan kappaletta. Niistä neljässä on pumppu pelkästään menopuolella, yhdessä pelkästään paluupuolella ja lopuissa kolmessa sekä meno- että paluupuolen putkessa. Suurimmat pumppaamot ovat Supankatu sekä Sireenikuja, jotka sijaitsevat suurimman kaukolämpölinjan kooltaan DN 700 varrella. Muut paitsi Villähteen pumppaamo ovat iältään jo kymmeniä vuosia vanhoja. Villähteen pumppaamo sijaitsee Nastolaan kulkevassa siirtolinjassa ja Nastolan erillinen kaukolämpöverkko liitettiin Lahden suurempaan kaukolämpöverkkoon vuonna 2013.

2 TAUSTAA TUOTANNOSTA LÄMMITYSKAUDELLA

2.1 Pumppauksesta kokonaisuutena

Lämpöverkoissa asiakkaiden paine-eroa säädetään luvatussa minimiarvossa tai hieman sen yläpuolella. Pienissä verkoissa tämä onnistuu tuotantolaitoksiin rakennetun pumppaamon avulla, niin että paine-eroa säädetään epäedullisimman asiakkaan mukaan. (Koskelainen, L., Saarela, R., Sipilä, K.. 2006, 175.)

Lahdessa kaukolämpö tuotetaan pääosin Lahti Energia Oy:n omistamalla Kymijärven voimalaitoksella. Voimalaitokselta kaukolämpöverkko ulottuu laajimmillaan 18 km:n päähän Hollolaan ja 21 km:n päähän Nastolaan. Lahti Energia Oy:n kaukolämpöverkon kokonaispituus on 661 kilometriä. Kaukolämpöasiakkaita on 8080 ja heidän yhteinen tilausteho on 664 MW.

Suurimmissa verkoissa, missä vesivirrat ovat suuria ja etäisyydet pitkiä, on rakennettava välipumppaamoja. Välipumppaamon tärkein rakennusperuste on

epäedullisimman asiakkaan paine-eron putoaminen alle luvatus arvon. (Koskelainen et al. 2006, 175.)

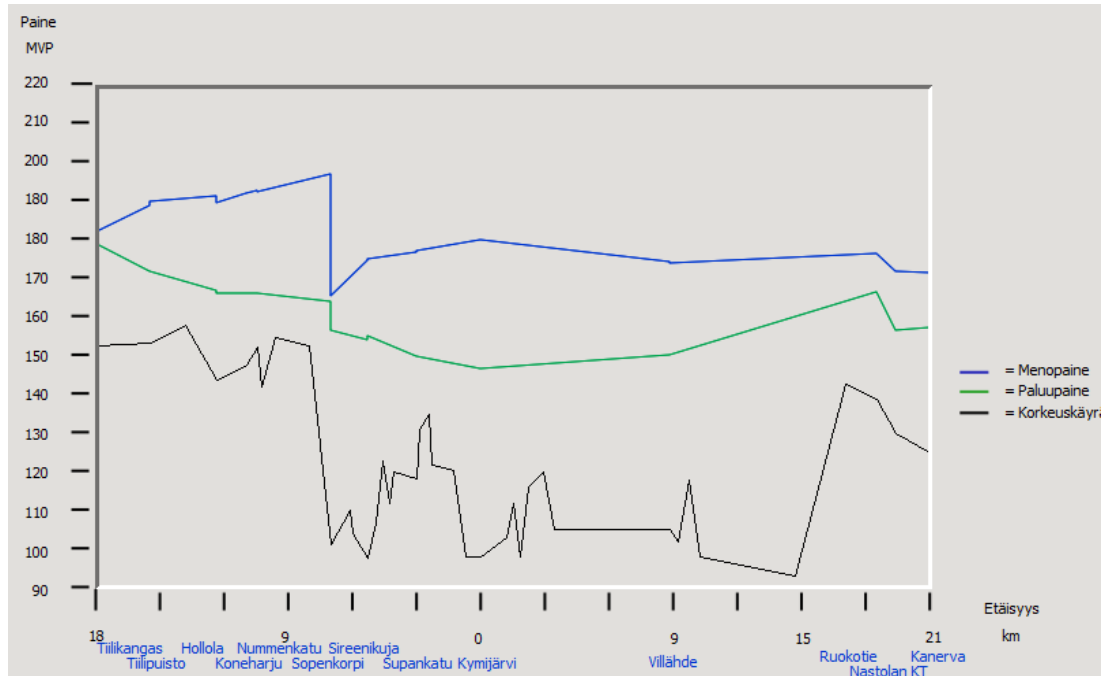
Kymijärven voimalaitokselta kaukolämpö johdetaan siirtolinjaa pitkin jakeluverkkoon. Siirtolinjassa on kaksi suurehkoa välipumppaamo, joita käytetään lämmityskaudella suuren kaukolämpötehon siirtämiseen. Suurista maastollisista korkeuseroista (95 – 155 mvp) johtuen on jakeluverkossa välipumppaamoita, joita joudutaan käyttämään painetason hallintaan. Jakeluverkossa on myös useita pienempiä välipumppaamoita. On tärkeää, että välipumppuja käytetään optimaalisesti turhia käyttökuluja välttäten.

Pumppausenergian säästöpotentialin Suomessa arvioidaan olevan noin 20 % nykyisestä pumppausenergiasta eli noin 30 GWh/a. Tämän säästöpotentialinen rahallinen arvo on noin 2 miljoonaa euroa. (Pöyry Energy Oy 2009, 3.)

Välipumppaamo saattaa olla myös kannattava tilanteessa, jossa jonkin alueen paine-erot ylittävät asiakkaiden sallimat rajat tai verkon rakennepaine ylitetään. Myös maastolliset epätasaisuudet tai pitkien matkojen päässä olevat yksittäiset asiakkaat edellyttävät välipumppaamon rakentamista. (Koskelainen et al. 2006, 175.)



Kuval. Hollolan, Lahden sekä Nastolan kaukolämpöverkko (Lahti Energia Oy. 2014a)



Kuva 2. Kaukolämpöverkon meno- ja paluupaine sekä maastolliset korkeuserot (Lahti Energia Oy, 2014b)

2.1.1 Paineenpitojärjestelmä

Kaukolämpöverkko on pääosin suunniteltu paineluokkaan PN 10 kuuluvaksi. Tämä asettaa rajoituksia kaukolämpöverkon käytölle niin, ettei painetaso kaukolämpöputkissa missään kohdassa kaukolämpöverkkoa eikä missään käyttöolosuhteissa saa ylittää kaukolämpöverkon paineluokkaa.

Kaukolämpöverkon paineenpitojärjestelmä sijaitsee Teivaanmäen voimalaitoksella, jossa myös hoidetaan lisäveden käsittely ja kulutuksen seuranta.

Paineenpitojärjestelmä käsittää paineenpitopumput P1 ja P2 H 6,0 bar, Q 60 m³/h sekä P3 H 6,0 bar, Q 30 m³/h ja järjestelmään kuuluvat ylivirtausventtiilit YV1, YV2 ja YV3. Paisunta-astioina on kaksi 100 m³:n terässäiliötä. Nämä ovat mitoitukseltaan ehkä aavistuksen pienet. (Kovanen 2014.) Kaukolämpöverkon

paineenpitojärjestelmää ohjaava keskipaine muodostetaan Kymijärven voimalaitoksen kaukolämmön meno- ja paluupaineen keskiarvosta. Kaukolämpöverkon keskipaineen säädön asetusarvo on yleensä n. 161 - 162 mvp:tä.

Painetason säätöä sanotaan käytännössä keskipaineen säädöksi, koska painekuvaajassa meno- ja paluupaineiden keskiarvo muodostaa keskipainetason. Suurissa verkoissa, joissa ei haluta keskipainetason muuttuvan kuormituksen mukaan, säädetäänkin paineen ylläpitolaitteilla nimenomaan keskipainetta. Vaikka isoon kaukolämpöverkkoon syötetään lämpöä samanaikaisesti useasta tuotantolaitoksesta, saa keskipaineen säätö tapahtua kerrallaan vain yhdessä laitoksessa. (Koskelainen et al. 2006, 338.)

2.1.1 Keskipaine-ero

Kymijärven voimalaitoksen kaukolämpötehoa (kaukolämpöpumppuja) ohjataan keskipaine-eron avulla. Keskipaine-ero muodostuu viidestä eripuolelta Lahden kaupunkia mitattavien paine-erojen keskiarvosta. Nämä ovat Jalkarannan, Enso Gutzeitin, Sokoksen, Nikkilän ja Kevätkadun paine-erot. Kaupungin keskipaine-ero pyritään pitämään yleensä arvossa 1,70 baaria, jota joudutaan muuttamaan ajoittain ulkolämpötilan eli toisin sanoen vuodenaikojen mukaan.

Kaukolämpöpumppujen paine- ja imupuolen paine-erolla saadaan aikaan veden kierto verkossa. Suljetussa putkistossa eivät vedenkiertoon vaikuta riittävän painetason vallitessa ylä- eivätkä alamäet. Pumpputyötä tarvitaan vain veden kiertonopeuden lisäämiseen ja putkien sekä laitteiden aiheuttamien kitkavoimien voittamiseen. Vesi virtaa paineen vaikutuksesta aina pienemmän paineen suuntaan ja kitkavoima saa aikaan painehäviön. Painehäviö kasvaa noin nelinkertaiseksi virtausnopeuden kasvaessa kaksinkertaiseksi. (Koskelainen et al., 2006 340.)

KAUPUNGIN PAINE-EROJEN KESKIJARVO	1,86 bar
HALUTTU PAINE-EROJEN KESKIJARVO	1,80 bar
PAINE-ERON KESKIJARVON LASKENNAN LOHKOT	
JALKARANNAN PAINE-ERO	1,4 bar
ENSO GUTZEITIN PAINE-ERO	1,5 bar
SOKOKSEN LASKETTU PAINE-ERO	1,9 bar
NIKKILÄN PAINE-ERO	2,1 bar
KEVÄTKADUN PAINE-ERO	2,3 bar

Kuva 3. Kaupungin paine-erojen keskiarvo (Lahti Energia, 2014c)

2.2 Kymijärven voimalaitos

Kymijärven voimalaitos koostuu kahdesta yksiköstä, vuonna 1975 valmistuneesta KYVO I:stä ja vuonna 2012 valmistuneesta KYVO II:sta. Voimalaitoksen lämmityskaudella tuottama maksimi lämpöteho on 340 MW.

KYVO I käsittää pähöyrykattilan, joka on Benson-tyyppinen läpivirtauskattila, sekä pääprosessin yhteyteen kytketty kaasuturbiinilaitos. Pääpolttoaineina höyrykattilassa on kivihiili ja puupolttoaineesta kaasutinlaitoksella valmistettua tuotekaasu. Maakaasua käytetään kaasuturbiinissa ja varapolttoaineena höyrykattilassa. Yksikön sähköteho on 200 MW ja lämpöteho 250 MW.

KYVO II koostuu normaalista luonnonkiertohöyrykattilasta sekä polttoaineen kaasutuslaitoksesta tuotekaasun puhdistamiseen. Pääpolttoaineina käytetään energiapitoista kierrätysjätettä ja kierrätyspuuta sekä varapolttoaineena maakaasua. Yksikön sähköteho on 45 MW ja lämpöteho 90 MW.



Kuva 4. Kymijärven voimalaitos (Lahti Energia, 2014d)

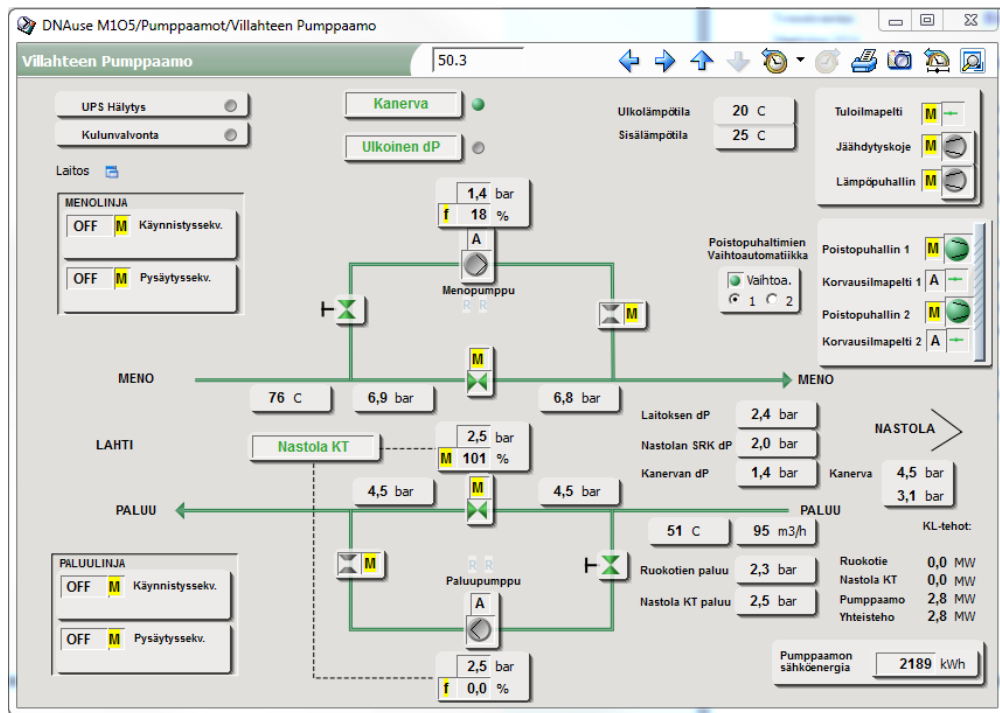
3 PUMPPAAMOT

3.1 Villähteen pumppaamo

3.1.1 Toiminta

Villähteen välipumppaamo sijaitsee Lahdesta Nastolaan johtavassa kaukolämpöjohdossa noin kymmenen kilometrin päässä Kymijärven voimalaitokselta. Pumppaamo on varustettu taajuusmuuttajakäyttöisillä meno- ja paluuputkeen sijoitetuilla pumpuilla M1 ja P1. Pumput ovat tuottoarvoiltaan $H\ 60\text{ m} / Q\ 428\text{ m}^3/\text{h}$ sekä $H\ 40\text{ m} / Q\ 428\text{ m}^3/\text{h}$. Lisäksi paluupumpun rinnalla on säätöventtiili, jota käytetään pienten vesivirtojen aikana.

Pumppaamolla vakioidaan Nastolan kuntakeskuksen paine-ero sekä kaukolämmön paluupaine. Menopumpulla vakioidaan Kanervan alakeskukselle tuleva paine-ero, jonka se pyrkii pitämään 1,0 baarin arvossa tai vaihtoehtoisesti Nastolan Seurakuntakeskuksen paine-ero jota se pyrkii pitämään 1,6 baarin arvossa. Jälkimmäinen vain siinä tapauksessa, että Nastolan kaasuturbiini on päällä. Paluuputken säätöventtiilillä ja sen rinnalla sijaitsevalla paluupumpulla vakioidaan Nastolan kaasuturbiinilaitokselle tuleva paluupaine, jonka ne pyrkivät pitämään 2,6/2,4 baarin arvossa.

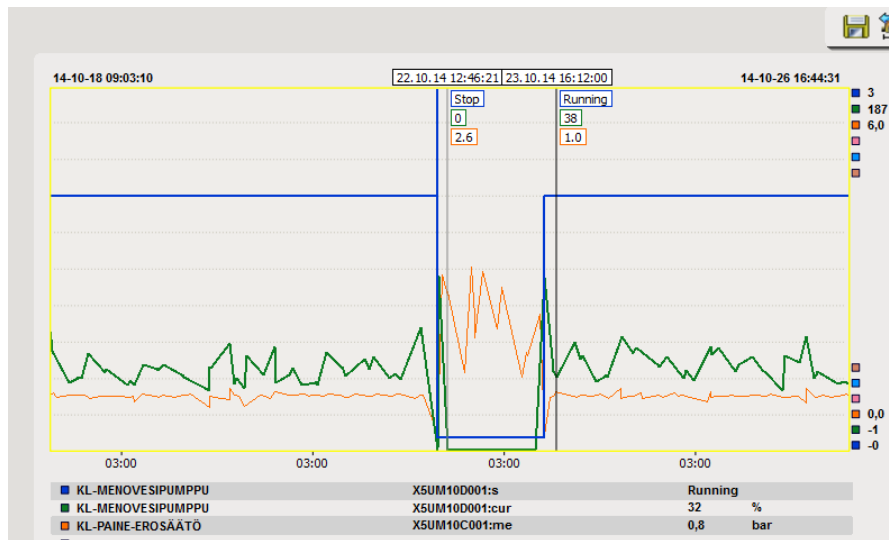


Kuva 5. Villähteen pumppaamo (Lahti Energia Oy 2014b)

3.1.2 Automatisointi

Pumppaamon haluttu paine-ero sekä paluupaine asetellaan aina manuaalisesti ja nykyinen automatiikka pitää sen halutussa arvossa. Mutta pumppaamon käynnistyminen sekä pysäyttäminen halutaan myös automatisoida. Käytännössä, jos paine-ero kasvaa liian suureksi, se pysähtyy, ja jos paine-ero on liian pieni, se käynnistyy. Automatiikkaan lisätään myös rajoituksia, jotka johtuvat putkiston paineluokasta (PN 16). Paluuventtiilin kuristussäätö löytyy myös nykyisestä automatiikasta, mutta siihen lisätään rajoitus.

Rajoituksina toimivat pumpun käyminen liian suurella nopeudella sekä paluuventtiilin sulkeutumisen estäminen. Pumpulla paine voi kasvaa korkeammaksi kuin sallittu paineluokka PN 16. Myös paluuventtiilin sulkeutuminen nostaa painetta niin nopeasti että se voi aiheuttaa paineiskun.



Kuva 6. Villähteen menopumpun sammuminen ja käynnistyminen (Lahti Energia Oy, 2014b)

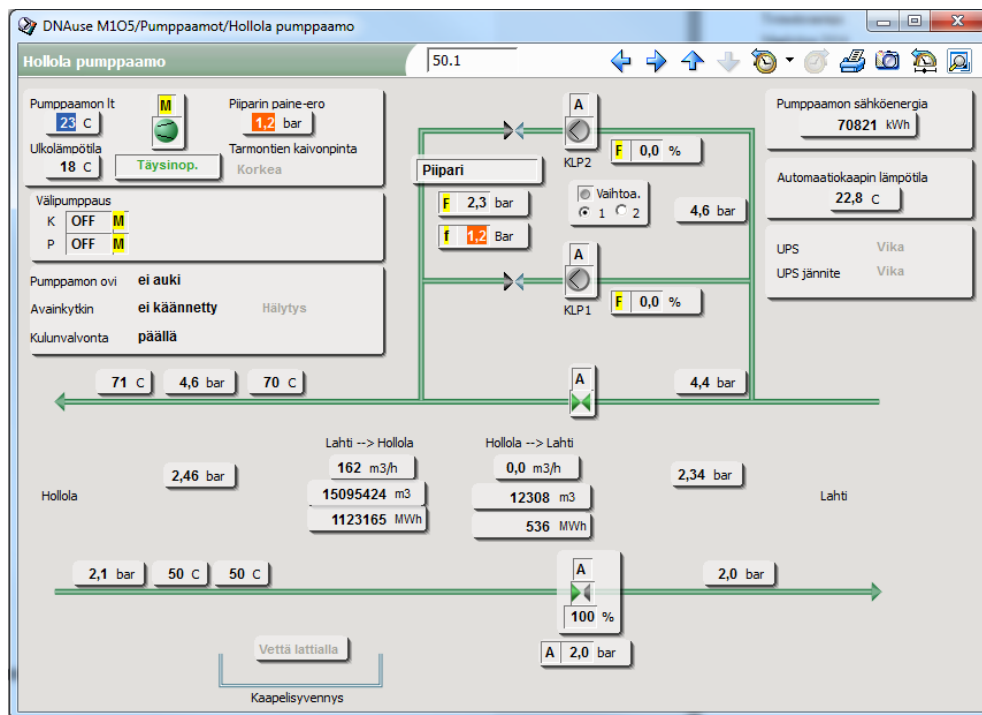


Kuva 7. Villähteen paluupumpun käynnistyminen ja sammuminen (Lahti Energia Oy, 2014b)

3.2 Hollolan pumppaamo

3.2.1 Toiminta

Hollolan pumppaamo sijaitsee Lahden ja Hollolan rajalla. Pumppaamolla varmistetaan kaukolämpöenergian siirtyminen verkon toiseen ääripäähän. Pumppaamossa on kaksi pumppua, M1 ja M2. Ne sijaitsevat molemmat menopuolella ja ovat teholtaan sekä tuotoltaan identtiset (37Kw ja 360m³/h ja 2,4 bar). Pumpuilla vakioidaan Hollolassa sijaitsevan Piiparin paine-ero, jota pyritään pitämään 1,0 baarin arvossa. Pumppaamoa voidaan käyttää myös pumppaamon paikallisella paine-erolla, mutta tämä vain poikkeustilanteissa. Pumppaamo voidaan myös ohittaa ja tämä on normaali tilanne kesäisin.



Kuva 8. Hollolan pumppaamo (Lahti Energia Oy, 2014b)

3.2.2 Automatisointi

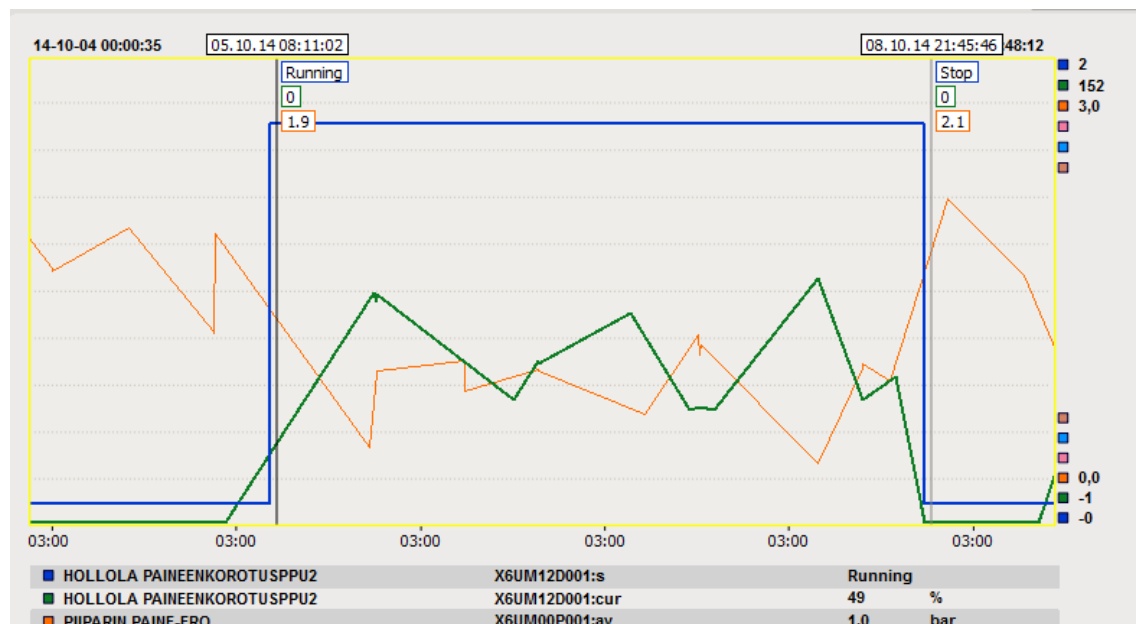
Pumppaamon haluttu paine-ero sekä paluupaine asetellaan aina manuaalisesti ja nykyinen automatiikka pitää sen halutussa arvossa käyttäen molempia tai vain toista pumppua. Mutta pumppaamon käynnistyminen sekä pysäyttäminen halutaan myös automatisoida. Käytännössä se siis pysähtyy jos paine-ero kasvaa liian suureksi ja jos paine-ero on liian pieni, se käynnistyy.

MENOPUMPPUJEN X6UM11D001 SEKÄ X6M12D001 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun oloarvo 0,2 bar alle asetusarvon 5 minuuttia
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun oloarvo on 5 minuuttia 0,2 bar yli asetusarvon

MENOPUMPPUJEN X6UM11D001 SEKÄ X6M12D001 AUTOMATIikka

- Ohjaus Piiparin paine-ero X6UM00P001 (haluttu arvo)



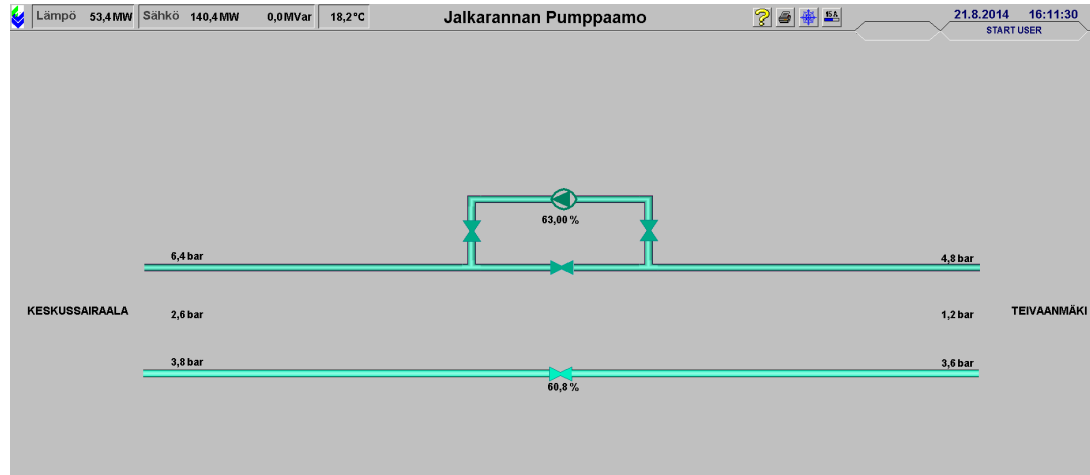
Kuva 9. Hollolan menopumpun käynnistyminen ja sammuminen (Lahti Energia Oy, 2014b)

3.3 Jalkarannan ja Sopenkorven pumppaamot

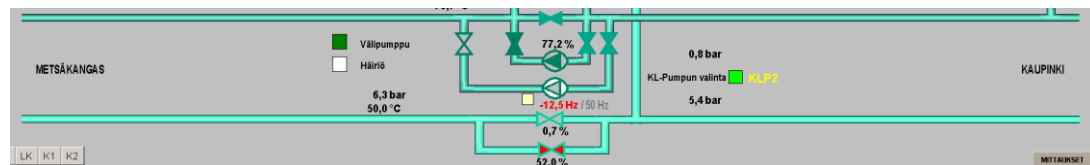
3.3.1 Toiminta

Jalkarannan ja Sopenkorven pumppaamot sijaitsevat n.2,5 kilometrin päässä toisistaan, mutta tähän ne on pakko ollut ottaa yhdeksi kokonaisuudeksi automatisoinnin vuoksi. Kaukolämpöä syötetään Lahdesta Hollolan suuntaan kahta eri putkilinjaa pitkin ja nämä sijaitsevat niiden varrella. Tällöin ne myös vaikuttavat toistensa toimintaan. Jalkarannassa on yksi pumppu, joka on teholtaan 55KW ja tuotoltaan 230m³/h sekä 4,8 bar. Sopenkorvessa on kaksi pumppua, yksi kesäkäyttöä

ja toinen talvikäyttöä varten. Ensimmäinen on teholtaan 110KW ja tuotoltaan 500 m³/h sekä 50 m. Jälkimmäinen 250 KW ja 1000 m³/h sekä 60 m. Nämä pumppaamot käyttävät Netcontrol käyttöjärjestelmää, aikaisemmat ovat käyttäneet Metsoa.



Kuva 10. Jalkarannan pumppaamo (Lahti Energia, 2014c)

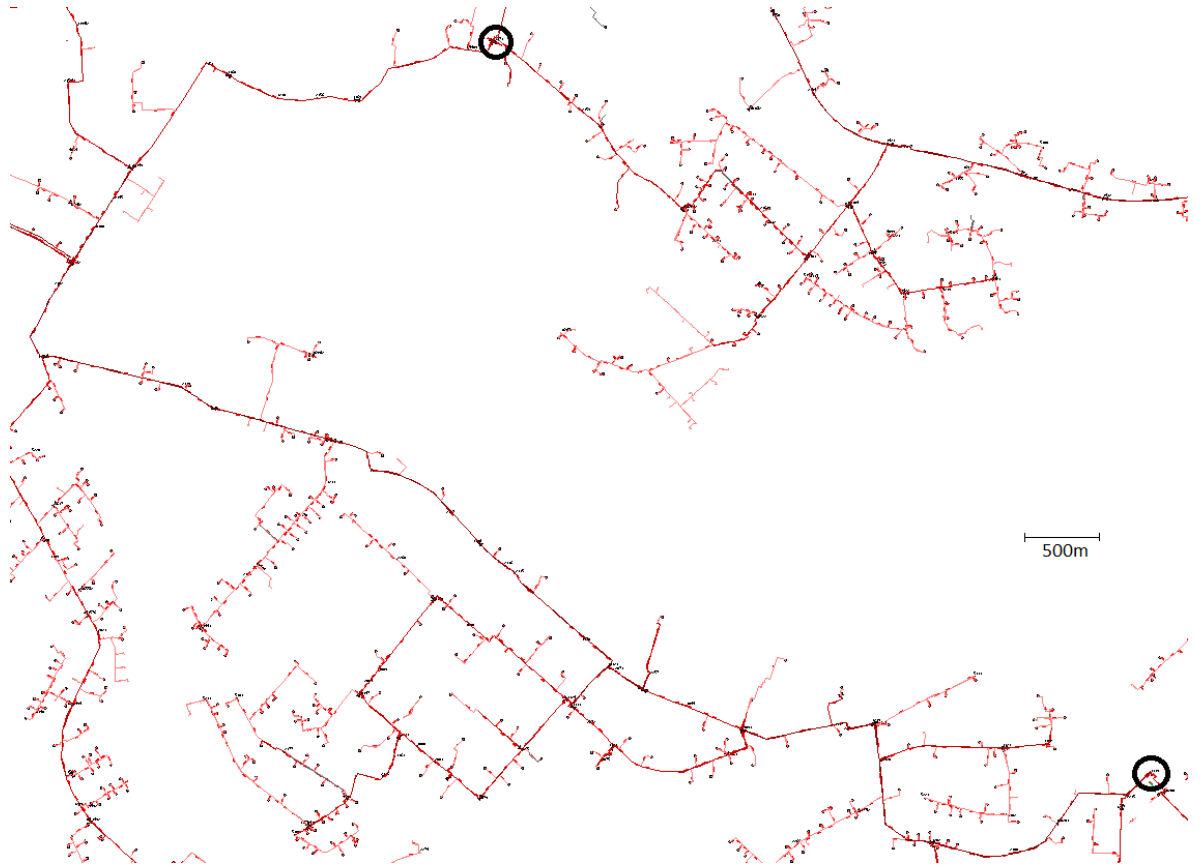


Kuva 11. Sopenkorven pumppaamo (Lahti Energia, 2014c)

3.3.2 Automatisointi

Jalkarannan ja Sopenkorven pumppaamoiden automatisointi oli näistä haastavin projekti. Näitä pumppuja on käynnistetty, sammutettu sekä ohjattu tähän asti manuaalisesti. Vaikka pumppaamot ovat varsin etäällä toisistaan ne pumppaavat ja vaikuttavat samaa pistettä kohti. Tällöin ongelmaksi muodostuu että pumput voivat ruveta korjaamaan toisiaan tehden sahausliikettä tai pahimmassa tapauksessa toinen vähentää siinä missä toinen lisää koko ajan jolloin lopputilanteessa toinen käy täysillä ja toinen minimillä tai ei lainkaan.

Kuvassa 12. on pumppaamoiden sijainnit kaukolämpöverkolla. Ylempänä Jalkarannan pumppaamo ja alempana Sopenkorven pumppaamo. Kuvasta on havaittavissa miten putkilinjat yhdistyvät katsoen oikealta vasemmalle.



Kuva 12. Jalkarannan ja Sopenkorven pumppaamot (Lahti Energia Oy. 2014a).

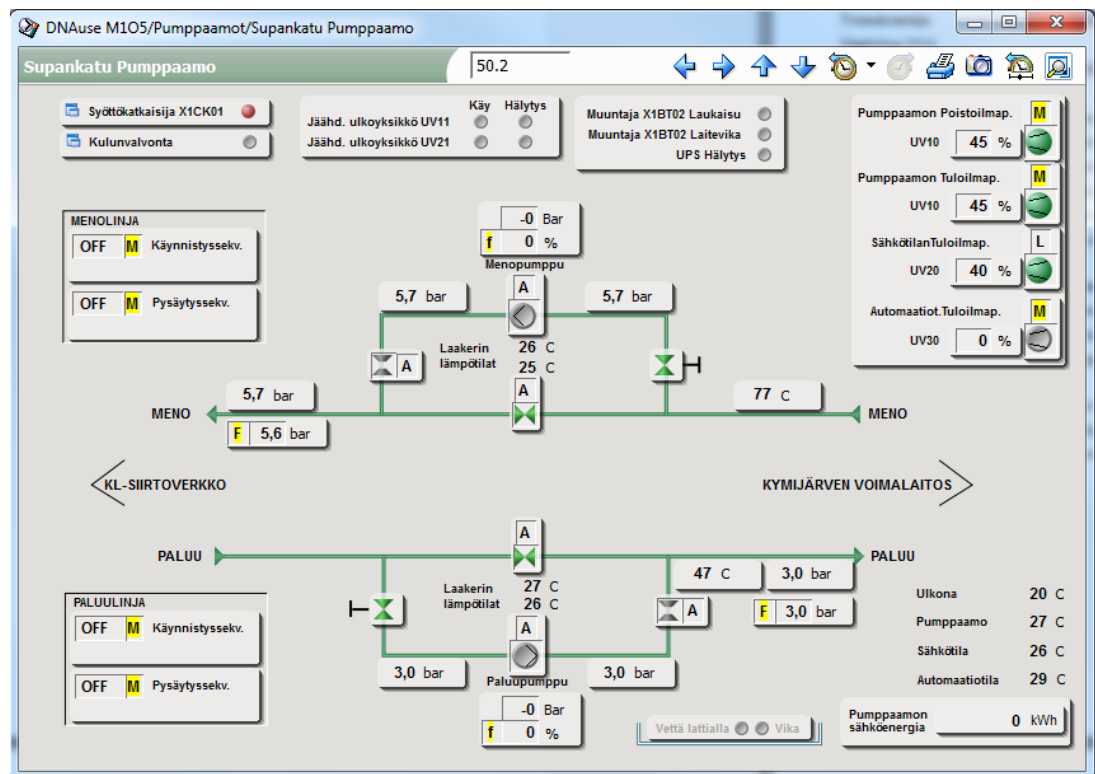
Tässä automatiikassa on ohjaavien ja rajoittavien suureiden sekä ohjattavien pisteiden lisäksi myös valittava mitä näistä suureista ja ohjauksista käytetään missäkin tilanteessa. Valinta on toteutettu pumppujen käyntitietojen sekä paine-erorajojen sekä paluu paineiden perusteella. Automatisoinnissa nähtävät painerajat ovat muuteltavia tilanteen niin vaatiessa.

Lisäksi automatiikkaan on lisätty aikaisemmin myös manuaalisesti säädetty kuristussäätö paluulinjaan molemmissa pumppaamoissa. Tämä on toteutettu paine-ero sekä paluupaineiden rajoilla.

3.4 Supankadun pumppaamo

3.4.1 Toiminta

Supankadun välipumppaamo sijaitsee kaukolämmön siirtojohdossa noin kolmen kilometrin päässä Kymijärven voimalaitokselta. Pumppaamo on varustettu taajuusmuuttajakäyttöisillä meno- ja paluuputkeen sijoitetuilla pumpuilla M1 ja P1. Pumput ovat tuottoarvoiltaan $H\ 4,0\ \text{bar} / 4000\ \text{m}^3/\text{h}$. Pumppaamolla vakioidaan Kymijärven voimalaitoksen lähtöpaine-ero, jonka se pyrkii pitämään 6,0 baarin arvossa.



Kuva 13. Supankadun pumppaamo (Lahti Energia Oy, 2014b)

3.4.2 Automatisointi

Kun Kymijärven voimalaitoksen lähtöpaine-ero on pysyvästi noussut yli 6,5 bar, käynnistyy pumppaamon paluupumppu ensimmäisenä, joka säätää voimalaitoksen lähtöpaine-eron 6,0 baarin ja pyrkii pitämään sen em. arvossa.

Seuraavaksi käynnistyy pumppaamon menopumppu. Pumpun käynnistymisen edellytyksenä on se, että paluupumppu on 70 %:n teholla. Menopumpun käynnistysohjelma lukitsee paluupumpun 70 %:n teholle, jonka jälkeen menopumppu säättää Kymijärven voimalaitoksen lähtöpaine-eroa niin kauan, kunnes se saavuttaa 50 %:n tehon. Tämän jälkeen säätävät paluu- ja menopumppu vuoronperään voimalaitoksen lähtöpaine-eroa.

Pysäytettäessä pumpput säätävät vuoronperään alaspäin niin kauan, kunnes paluupumppu saavuttaa 70 %:n ja lukittuu siihen. Sen jälkeen menopumppu säätyy alaspäin ja pysähtyy, kun se on saavuttanut 20 %:n tehon. Jos tilanne muuttuu kaukolämpöverkolla ja menopumppu alkaa lisäämään kierroksia, niin paluupumppu tulee mukaan edellä kerrotulla tavalla.

Pumppujen käynnistymisjärjestystä voidaan muuttaa, jolloin toiminta on samanlaista, kuin paluupumpun käynnistyessä ensin.

PALUUPUMPUN X1UM51DOO1 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun Kymijärven lähtevä paine-ero KYM_LA-327A on yli 6,5 bar yli 3 minuuttia
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun paluupumppu 0 % yli kolmen minuutin ajan

MENOPUMPUN X1UM11D001 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun paluupumppu 70 % yli kahden minuutin ajan
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun menopumppu 20 % yli kahden minuutin ajan

PALUU- JA MENOPUMPUN AUTOMATIikka

- Pumput pitävät Kymijärven lähtevän paine-eron 6,0 bar arvossa

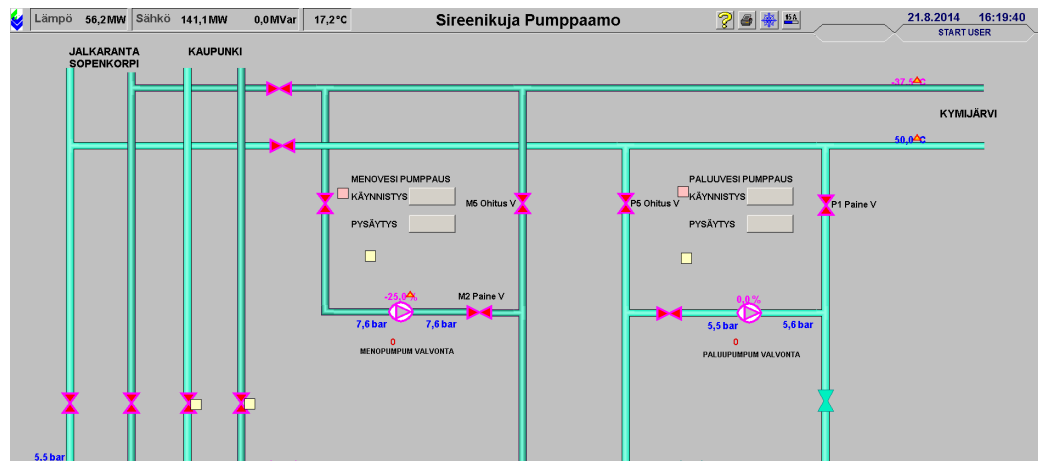
- Paluupumppu nousee 70 % asti milloin menopumppu käynnistyy
- Paluupumppu lukittuu 70 % ja menopumppu nousee 50 % asti. Tämän jälkeen pumput säätävät vuoron perään 5 % kerrallaan ylöspäin

3.5 Sireenikujan pumppaamo

3.5.1 Toiminta

Sireenikujan välipumppaamo sijaitsee kaukolämmön siirtojohdossa noin neljän kilometrin päässä Supankadun välipumppaamolta. Pumppaamo on varustettu taajuusmuuttajakäyttöisillä meno- ja paluuputkeen sijoitetuilla pumpuilla M1 ja P1. Pumput ovat tuottoarvoiltaan H 3,0 bar / 2000 m³/h. Pumppaamolla vakioidaan Supankadun välipumppaamon lähtöpaine-ero, jonka se pyrkii pitämään 6,0 baarin arvossa.

Pumppaamolta haarautuu kaukolämmön jakeluverkko kolmeen suuntaan, kaupungin keskustaan sekä Sopenkorven ja Jalkarannan kaupungin osiin. Valinnan, mihin suuntaan välipumppaamolta pumpataan, tekee kaukolämpöoperaattori.



Kuva 14. Sireenikujan pumppaamo (Lahti Energia, 2014c)

3.5.2 Automatisointi

Kun Supankadun välipumppaamon lähtöpaine-ero on pysyvästi noussut yli 6,5 bar, käynnistyy pumppaamon paluupumppu ensimmäisenä, joka säätää Supankadun välipumppaamon lähtöpaine-eron 6,0 baariin ja pyrkii pitämään sen em. arvossa.

Seuraavaksi käynnistyy pumppaamon menopumppu. Pumpun käynnistymisen edellytyksenä on se, että paluupumppu on 70 %:n teholla. Menopumpun käynnistys lukitsee paluupumpun 70 %:n teholle, jonka jälkeen menopumppu säättää Supankadun välipumppaamon lähtöpaine-eroa niin kauan kunnes se saavuttaa 50 %:n tehon. Tämän jälkeen säättävät pumput vuoronperään Supankadun välipumppaamon lähtöpaine-eroa.

Pysäytettäessä pumput säättävät vuoronperään alaspäin niin kauan, kunnes paluupumppu saavuttaa 70 %:n tehon, johon se lukittuu. Sen jälkeen menopumppu säätyy alaspäin ja pysähtyy, kun se on saavuttanut esim. 20 %:n tehon. Jos tilanne muuttuu kaukolämpöverkolla ja menopumppu alkaa lisäämään kierroksia, niin paluupumppu tulee mukaan edellä kerrotulla tavalla.

Pumppujen käynnistymisjärjestystä voidaan muuttaa, jolloin toiminta on samanlaista, kuin paluupumpun käynnistyessä ensin.

PALUUPUMPUN SIR_L_PP-1 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun Supankadun paine-ero SUP_LA-301A on yli 6,5 bar yli 3 minuuttia
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun paluupumppu 0 % yli kolmen minuutin ajan

MENOPUMPUN SIR_L-MP1 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun paluupumppu 70 % yli kahden minuutin ajan
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun menopumppu 20 % yli kahden minuutin ajan

PALUU- JA MENOPUMPUN AUTOMATIikka

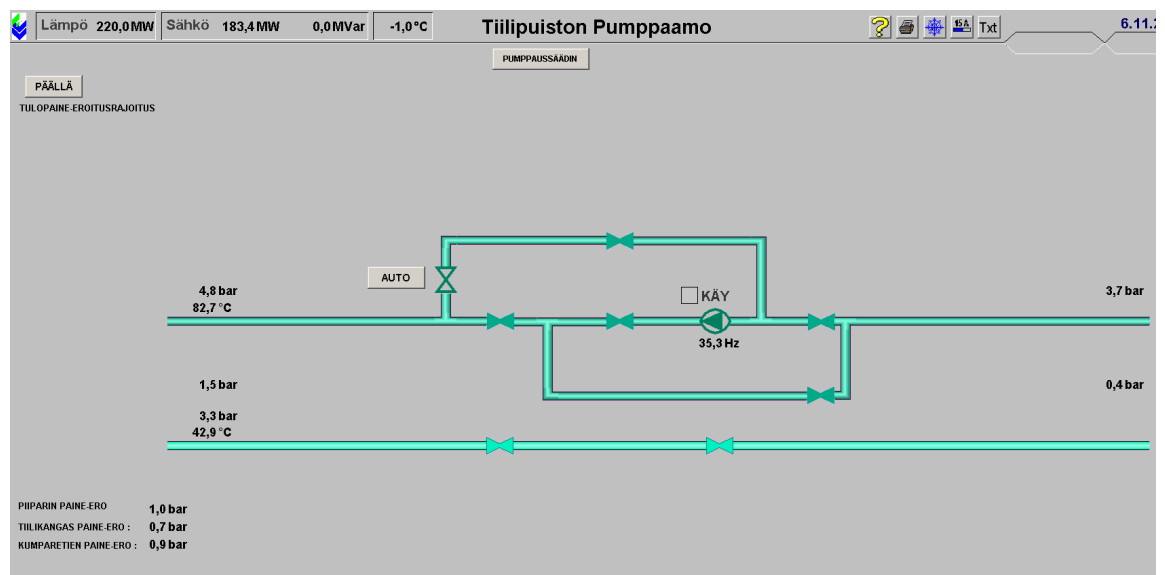
- Pumput pitävät Supankadun lähtevän paine-eron 6,0 bar arvossa
- Paluupumppu nousee 70 % asti milloin menopumppu käynnistyy

- Paluupumppu lukittuu 70 % ja menopumppu nousee 50 % asti. Tämän jälkeen pumput säätävät vuoron perään 5 % kerrallaan ylöspäin

3.6 Tiilipuiston pumppaamo

3.6.1 Toiminta

Tiilipuiston pumppaamo sijaitsee aivan Lahti Energian kaukolämpöverkon läntisessä päässä Hollolan kunnassa Salpakankaalla n. 2,5 km:n päässä Hollolan pumppaamosta. Sen pääasiallinen tarkoitus on auttaa aivan kaukolämpölinjan päässä sijaitsevia asiakkaita mutta käytön tarve on vähentynyt sitä mukaa kun kaukolämpölinjoja on vahvistettu länteen päin. Tiilipuiston pumppaamossa on pumppu ainoastaan menolinjassa ja se on tuottoarvoltaan H 2,5 bar /180 m³/h.



Kuva 15. Tiilipuiston pumppaamo (Lahti Energia, 2014c)

3.6.2 Automatisointi

Tiilipuiston pumppaamon automatisointi oli sangen helppo tehtävä, koska pumppaamo oli jo aikaisemmin automatisoitu säätämään Kumparetien paine-eron

mukaan. Automaatioon lisättiin ainoastaan automaattinen käynnistyminen ja sammuminen.

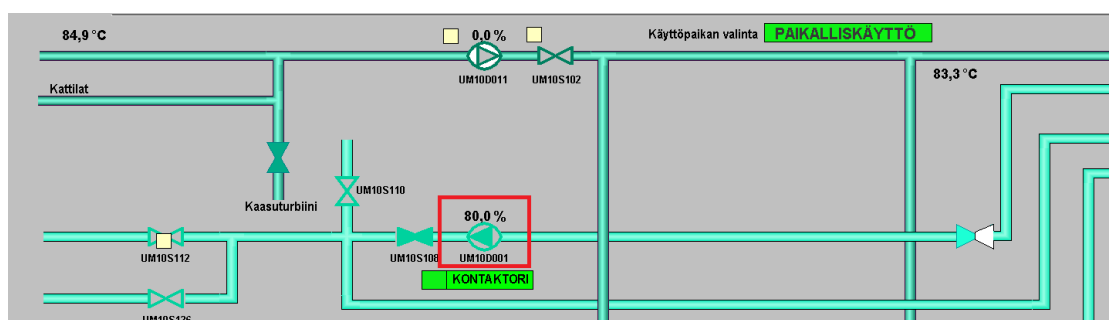
MENOPUMPUN TII_L_MP-1 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYS AUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin kun Kumparetien paine-ero TII_VP_L-A8 on 0,2 bar alle asetusarvon yli 3 minuuttia.
- Pysäytyssekvenssi käyntiin kun Kumparetien paine-ero TII_VP_L-A8 on 0,2 bar yli asetusarvon yli 3 minuuttia.

3.7 Teivaanmäen pumppaamo

3.7.2 Toiminta

Teivaanmäen pumppaamo sijaitsee Teivaanmäen voimalaitoksella noin 5 kilometrin päässä Kymijärven voimalaitokselta länteen päin. Voimalaitoksella on myös kaukolämpöverkon paineenpitojärjestelmä. Paluupumpun tarkoituksena on vahvistaa paine-eroa Jalkarannan suuntaan. Tämä antaa Jalkarannan pumppaamolle mahdollisuuden laskea imupainetta ja näin ollen nostaa menopainetta Keskussairaalan suuntaan. Pumppu on tuottoarvoltaan $H\ 2,4\ \text{bar} / Q\ 180\ \text{m}^3/\text{h}$.



Kuva 16. Teivaanmäen pumppaamo (Lahti Energia, 2014c)

3.7.2 Automatisointi

Teivaanmäen pumpun käynnistyminen ja ohjaaminen on toteutettu saman ohjauspisteen avulla. Ohjauspiste on Jalkarannan pumppaamon imupaine-ero.

Imupaine-eroksi valitaan haluttu arvo ja pumppaamo käynnistyy kun haluttu arvo on yli 2 min 0,2 bar alle asetusarvon. Pumppu ajetaan suoraan 40 prosenttiin koska tätä alemmalla alueella pumpulla ei ole merkittävää vaikutusta.

Teivaanmäen paluupumpun vaikutus

Sopenkorpi		0 %	0->20%	muutos	20->40%	muutos
Pumppu	Hz	44,6	44,6		44,6	
Paluuventtiili	%	100	100		100	
Fazer paluupaine	bar	0,4	0,35	-0,05	0,3	-0,05
Jalkaranta						
Pumppu	%	65	65		65	
Paluuventtiili	%	93,8	93,8		93,8	
Jalkaranta imupaine D	bar	0,75	0,81	0,06	0,93	0,12
PHKS paluupaine	bar	1,6	1,6		1,55	-0,05

Pumppu sammuu kun pumpun prosentit ovat 40% tai alle yli 3 minuutin ajan.

PALUUPUMPUN UM10D001 AUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin kun Jalkarannan imupaine-ero TEI_L_AK-JALK3 yli 0,2 bar alle asetusarvon yli 2 minuuttia
- Pysäytyssekvenssi käyntiin kun Teivaanmäen paluupumppu 40% tai alle yli 3 minuutin ajan
- Ohjaus Jalkarannan imupaine-ero TEI_L_AK-JALK3 (haluttu arvo)

4 YHTEENVETO

Kaukolämpöverkon automatisointi on ollut esillä aika ajoin Lahti Energiassa. Työn haasteellisuuden ja epävarman lopputuloksen vuoksi tähän ei ole kuitenkaan ennen tätä ryhdytty. Tälläkään hetkellä lopputuloksesta ei voi olla varma. Neljän pumppaamon, Hollolan, Jalkarannan, Sopenkorven ja Villähteen, automatisointi on saatettu loppuun ja ne toimivat moitteettomasti.

Kahden suurimman pumppaamon automatisointi toteutetaan vasta lämmityskaudella 2015 - 2016 ja se tulee vaikuttamaan oleellisesti näiden neljän pienemmän pumppaamon toimintaan. Näiden kaikkien pumppaamoiden yhteistoimintaa päästään testaamaan kunnolla vasta lämpötilan laskiessa alle -10 °C, siten että kahden automatisoimattoman pumppaamon ohjaukset toteutetaan käsiohjauksella mutta ajatellun automaation mukaisesti.

LÄHTEET

Koskelainen, L., Saarela, R., Sipilä, K., 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.

Pöyry Energy Oy, 2011. Energiatehokkuusselvitys kaukolämmityksen pumppausjärjestelyistä, raportti.

Kovanen, J. Haastattelu 21.11.2014. Lahti: Lahti Energia.

Lahti Energia Oy. 2014a. Fiksu Verkostoinfo

Lahti Energia Oy. 2014b. DNAuse

Lahti Energia Oy. 2014c. 2014 Netcontrol

Lahti Energia Oy. 2014d. Lahti Energian vuosikatsaus 2013

JALKARANNAN JA SOPENKORVEN PUMPPAAMON AUTOMATISOINTI**OHJAAVAT SUUREET:**

TIILIKANGAS dp	= OHJAAVA SUURE 1	TII_VP_L-A3
TIILIPUISTO dp imu	= OHJAAVA SUURE 2	TII_VP_L-A9
HOLLOLA PU dp imu	= OHJAAVA SUURE 3	KON_LA_306A

KESKUSSAIRAALA p	= OHJAAVA SUURE 4	KON_L_SAIR-2
OULULAINEN p	= OHJAAVA SUURE 5	OUL_L_PT-078

RAJOITTAVAT SUUREET:

JALKARANTA P mp	= RAJOITTAVA SUURE 1	TEI_L_AK_JALK1
JALKARANTA P dp imu	= RAJOITTAVA SUURE 2	TEI_L_AK_JALK3

SOPENKORPI P mp	= RAJOITTAVA SUURE 3	SOP1_L_A28
SOPENKORPI P dP imu	= RAJOITTAVA SUURE 4	SOP_L_15 (TAG voi muuttua 2014)

PUMPPAMOIDEN KÄYNTITIEDOT:

TIILIPUISTO PU	= KÄYNTITIE TO 1
HOLLOLA PU	= KÄYNTITIE TO 2

OHJATTAVAT PISTEET:

JALKARANTA PUMPPU +	= OHJAUS 1	TEI_L_AK_JAL, +++5%
JALKARANTA PUMPPU -	= OHJAUS 2	TEI_L_AK_JAL, ---5%
JALKARANTA VENTTILI AUKI	= OHJAUS 3	KON_L_11, +++5%
JALKARANTA VENTTILI KIINNI	= OHJAUS 4	KON_L_11, --- 5%

SOPEKORPI PUMPPU + (SOP_L_OH26)	= OHJAUS 5	SOP_L_OHJ23,+++5%
------------------------------------	------------	-------------------

SOPENKORPI PUMPPU - (SOP_L_OH26)	= OHJAUS 6	SOP_L_OHJ23,---5%
--------------------------------------	------------	-------------------

SOPENKORPI VENTTILI AUKI (SOP_L_OH25)	= OHJAUS 7	SOP_L_OH28,+++5%
--	------------	------------------

SOPENKORPI VENTTILI KIINNI (SOP_L_OH25)	= OHJAUS 8	SOP_L_OH28,---5%
--	------------	------------------

PUMPPUJEN SÄÄTÖPERIAATTEET:

JOS KÄYNTITIETO 1 JA 2 = 0, niin OHJAAVA SUURE ON 1

JOS KÄYNTITIETO 1 JA 2 = 1, niin OHJAAVA SUURE ON 3

JOS KÄYNTITIETO 1=1 ja 2=0, niin OHJAAVA SUURE ON 2

JOS OHJAAVA SUURE < 0,8 Bar

- niin tehdään OHJAUS 1, jos RAJOITTAVA SUURE 1<10,0 ja RAJOITTAVA SUURE 2>0,7
- sekä tehdään OHJAUS 5, jos RAJOITTAVA SUURE 3<10,8 ja RAJOITTAVA SUURE 4>0,7

JOS OHJAAVA SUURE > 1,1 Bar, niin tehdään OHJAUS 2 ja OHJAUS 6

VENTTILIEN SÄÄTÖPERIAATTEET:

JOS OHJAAVA SUURE 4< 1,1

- niin tehdään OHJAUS 4

JOS OHJAAVA SUURE 4> 1,4, niin tehdään OHJAUS 3

JOS OHJAAVA SUURE 5< 0,4, niin tehdään OHJAUS 8

JOS OHJAAVA SUURE 5> 0,7, niin tehdään OHJAUS 7

VILLÄHTEEN PUMPPAAMON AUTOMATISOINTI

MENOPUMPUN X5UM10D001 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun oloarvo alle asetusarvon
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun oloarvo on 2 minuuttia 0,5 bar yli asetusarvon ja pumppu 0 %

PALUUPUMPUN X5UM50D001 KÄYNNISTYS- JA PYSÄYTYSAUTOMATIikka

- Käynnistyssekvenssi käyntiin, kun menopumppu 2 minuuttia yli 55 %
- Pysäytyssekvenssi käyntiin, kun paluupumppu 2 minuuttia alle 15 %

PALUUPUMPUN SÄÄTÖ AUTOMAATILLA

- Jos menopumppu päällä, sama % kuin menopumppu
- Jos menopumppu ei päällä, paine-ero (Kanerva tai Seurakuntakeskus)

RAJOITUKSET

- Menopumppu
- Menopaine pumpun jälkeen X5UM11P001 maksimi 13,0 bar
- Paluupumppu
- Paluupaine ennen pumppua X5UM50P001 minimi 2,5 bar

- Paluuveden kuristussäädön X5UM51C001 asetusarvo (Nastola KT paluu/Ruokotien paluu)
- X5UM51S101 KL paluu ohitus (paluuveden kuristussäädössä)
- Paluupaine ennen pumppua X5UM50P001 maksimi 6,0 bar